

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-008427

(43)Date of publication of application : 18.01.1994

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

(21)Application number : 04-356311

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 21.12.1992

(72)Inventor : USUI MINORU  
YOSHIDA MASAHIKO  
ABE TOMOAKI  
YONEKUBO SHUJI  
HOSONO SATOSHI

(30)Priority

Priority number : 03345342  
04108044

Priority date : 26.12.1991  
27.04.1992

Priority country : JP

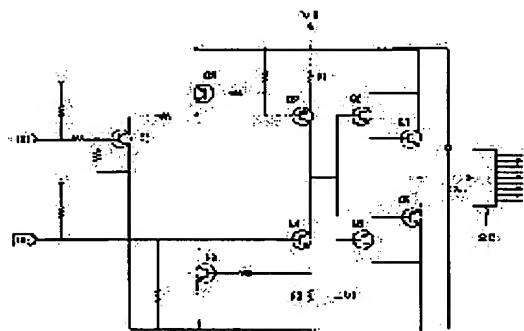
JP

## (54) DRIVING CIRCUIT FOR INK JET RECORD HEAD

(57)Abstract:

PURPOSE: To stabilize the position of meniscus so as to improve printing quality.

CONSTITUTION: A power source is connected to a common condenser C1 through a first switching transistor Q2 and a charge time constant adjusting resistance R1. The condenser C1 is also connected to earth through a second switching transistor Q4 and a discharge time constant adjusting resistance R3. Further, a terminal of the condenser C1 is connected to a switching circuit 28 for scanning a pressure generating member through a current buffer. To the first switching transistor Q2, a first pulse for contracting a piezoelectric vibrator is applied and a second pulse for extending the piezoelectric vibrator is applied to the second switching transistor Q4 so as to contract the pressure generating member at a set speed by the condenser C1 and the resistance R1 and attract ink to a pressure chamber. Then, the pressure generating member is extended at the set speed by the condenser C1 and the resistance R3 so as to generate ink drops.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

01.06.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-8427

(43)公開日 平成6年(1994)1月18日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

B 4 1 J 2/045  
2/055

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

9012-2C

B 4 1 J 3/ 04

1 0 3 A

審査請求 未請求 請求項の数5(全 14 頁)

(21)出願番号 特願平4-356311  
(22)出願日 平成4年(1992)12月21日  
(31)優先権主張番号 特願平3-345342  
(32)優先日 平3(1991)12月26日  
(33)優先権主張国 日本(JP)  
(31)優先権主張番号 特願平4-108044  
(32)優先日 平4(1992)4月27日  
(33)優先権主張国 日本(JP)

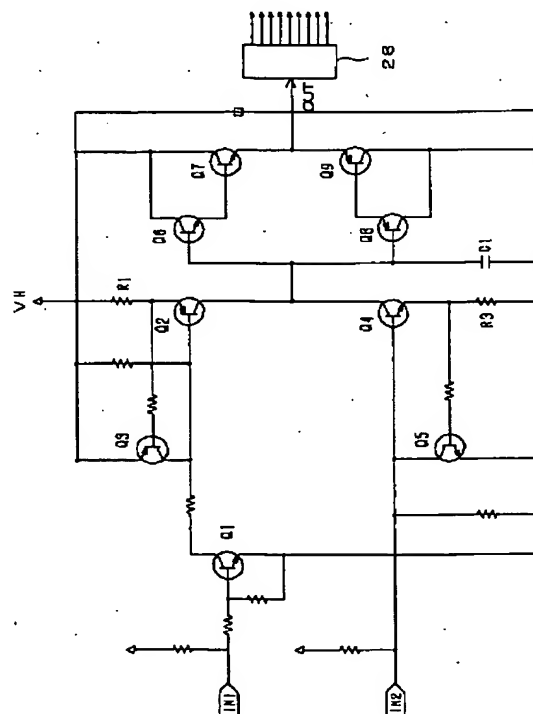
(71)出願人 000002369  
セイコーエプソン株式会社  
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
(72)発明者 碓井 稔  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ  
ーエプソン株式会社内  
(72)発明者 吉田 昌彦  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ  
ーエプソン株式会社内  
(72)発明者 阿部 知明  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ  
ーエプソン株式会社内  
(74)代理人 弁理士 木村 勝彦 (外1名)  
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 インクジェット記録ヘッドの駆動回路

(57)【要約】

【目的】 メニスカスの位置を安定させて印字品質を向上すること。

【構成】 共通のコンデンサC1に第1のスイッチングトランジスタQ2、及び充電時定数調整用抵抗R1を介して電源を接続し、またコンデンサC1に第2のスイッチングトランジスタQ4を介して放電時定数調整用抵抗R3を介してアースに接続し、さらにコンデンサC1の端子を電流バッファを介して圧力発生部材走査用のスイッチング回路28に接続する。第1のスイッチングトランジスタQ2には圧電振動子を収縮させる第1のパルスを、また第2のスイッチングトランジスタQ4には圧電振動子を伸長させる第2のパルスを印加して、コンデンサC1と抵抗R1により設定された速度で圧力発生部材を縮小させて圧力室にインクを吸引する。次いでコンデンサC1と抵抗R3により設定された速度で圧力発生部材を伸長させてインク滴を発生させる。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 共通のコンデンサに第1のスイッチング素子、及び充電時定数調整用抵抗を介して電源を接続し、また前記コンデンサを第2のスイッチング素子及び放電時定数調整用抵抗を介してアースに接続し、前記コンデンサの端子電圧を電流バッファを介して出力するとともに、第1のスイッチング素子には圧電振動子を収縮させる第1のパルスが、また第2のスイッチング素子には前記圧電振動子を伸長させる第2のパルスが印加されるインクジェット記録ヘッドの駆動回路。

【請求項2】 第1のパルスは、前記圧電振動子に印加する電圧値を規定する時間が設定されている請求項1のインクジェット記録ヘッドの駆動回路。

【請求項3】 第1のパルスは、外部温度によりパルス幅を変更する温度補正手段を介して第1のスイッチング素子に出力させる請求項1のインクジェット記録ヘッドの駆動回路。

【請求項4】 前記充電時定数調整用抵抗は、ノズル開口のメニスカスを後退させないように圧力室を膨張させる抵抗値に選択されている請求項1乃至3のインクジェット記録ヘッド駆動回路。

【請求項5】 前記放電時定数調整用抵抗は、放電時定数が圧電振動子の自由振動の周期に実質的に同一となる抵抗値が選択されている請求項1乃至4のインクジェット記録ヘッドの駆動回路。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、圧力室を形成している振動板を棒状の圧電振動子により変位させ、この変位により圧力室を圧縮させてノズル開口からインク滴を噴射させるインクジェット記録ヘッドの駆動回路に関する。

## 【0002】

【従来の技術】記録装置に用いられるインクジェット記録ヘッドは、例えば特公平2-24218号公報に示されるように圧力室を形成する弾性板に円板状の圧電振動板を固定したものが広く知られている。この形式のインクジェット記録ヘッドは、圧電振動子の変位が小さいため、圧力室の実効面積を大きく取らざるを得ず、したがって比較的大きな面積を確保することができる、ノズル開口から離れた箇所に圧力室を配置し、ノズル開口との間を流路で接続するという構造が採用されている。この結果、記録ヘッドの全体の大型化を招くばかりでなく、各インク流路の流体抵抗を均一にするために複雑な調整作業が必要になるという問題がある。

【0003】このような問題を解消するべく、例えば米国特許第4,697,193号明細書に示されたように、圧電振動子を棒状に形成するとともに、これを圧力室を構成している振動板に当接させ、縦振動により圧力室を拡張、収縮させてインク滴を発生させるインクジェット記録ヘッドが提案されている。

【0004】このような縦振動を利用したインクジェット記録ヘッドは、ドット形成直前に圧電振動子に駆動電圧を印加して圧電振動子を収縮させ、次いで圧電振動子の電荷を放電させて圧電振動子を伸長させることにより圧力室を収縮させてインク滴を発生させるという、いわゆる引き打ち方式による駆動方式が採用されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】このような引き打ちによる駆動方式を用いると、圧電振動子や振動板に予め蓄積された弾性エネルギーの利用が可能となるばかりでなく、圧力室へのインクの確実な引き込みを図ることができるといふ利点がある反面、印字速度を高めるべく圧電振動子の動作周波数を高めると、インク滴の形成時におけるノズル近傍のメニスカスの位置にばらつきが生じてインク滴のサイズやインク滴の飛翔速度が変動して印刷品質が悪化するという不都合がある。

【0006】このような問題を回避するため、圧電振動子を縮小させた後、メニスカスが元の位置に復帰して静止するまで一定時間、圧電振動子を収縮状態に保持し、その後圧電振動子の電荷を放電させて圧電振動子を伸長させるという駆動方法も提案されているが、メニスカスが復帰するまでの待ち時間を必要として印刷速度に制限を受けるといふ問題がある。

【0007】また、インクジェット記録ヘッドは、ワイヤドット方式や熱転写方式などの他の記録方式に比べて温度に対する印刷特性が変化しやすいので、温度補償回路を組み込んで温度センサーからの信号により駆動電圧を調整することが行われているが、このために印刷機構を駆動するパルスモータ等の電源回路とは別に、ヘッドを駆動するための専用の電源回路が必要となり、印刷装置の構造が複雑化するという問題があった。

【0008】さらには、縦振動モードの圧電振動子は、その断面積が小さいため、配列密度を容易に高めることが可能な反面、圧電振動子が近接するために相互間での干渉が発生して印刷品質を低下させるという問題がある。本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、これらの問題をいっきに解決することを目的としてなされたものであって、インク滴発生時における電源電圧に依存することなく、圧電振動子を駆動するための信号の大きさを任意に設定でき、しかも圧電振動子の縮小速度と、伸長速度とをそれぞれ独立に設定することができる新規な駆動回路を提供することである。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】このような問題を解消するために本発明においては、共通のコンデンサに第1のスイッチング素子、及び充電時定数調整用抵抗を介して電源を接続し、また前記コンデンサを第2のスイッチング素子及び放電時定数調整用抵抗を介してアースに接続し、前記コンデンサの端子電圧を電流バッファを介して出力するとともに、第1のスイッチング素子には圧電振

(3)

3

動子を収縮させる第1のパルスが、また第2のスイッチング素子には前記圧電振動子を伸長させる第2のパルスが印加されるように構成した。

#### 【0010】

【作用】第1のパルスのパルス幅を外部環境により調整し、また充電時定数調整用抵抗をメニスカスに移動を来さない時定数に設定して、メニスカスの位置を安定させて玉状のインク滴を発生させ、また放電時定数調整用抵抗を圧力発生部材の自由振動周期に合わせて設定してインク滴発生後における圧電振動子や圧力室の残留振動の振幅、及び継続時間を可及的に短くする。

#### 【0011】

【実施例】そこで以下に本発明の詳細を図示した実施例に基づいて説明する。図2は本発明のヘッド駆動回路により駆動されるインクジェット記録ヘッドの一実施例を示すもので、図中符号1は、圧力室で、フィルム2が表面に設けられた振動板3と、これと一定の間隙をもって設けられたノズル形成基板4と、これに貼着されたノズルプレート5とにより形成され、図示しない共通のインク室にインク供給口7を介して連通している。振動板3の裏面側には、他端が基板9を介して基台10に固定された圧力発生部材8の先端がノズル開口6に対向するように当接されている。このような構成によればインク供給口7から圧力室1流れ込んだインクは、振動板3を介して圧力発生部材8により加圧され、インク滴Pとしてノズル開口6から吐出する。

【0012】図3は前述の圧力発生部材8の一実施例を示すものであって、圧電振動子層11と負極内部電極12と正極内部電極13を交互に積層し、負極内部電極12同士を負極外部電極14により並列接続し、また正極内部電極13同士を正極外部電極15に並列接続して構成され、これらをノズル開口6、6、6……の配列ピッチに合わせて複数を、基板9に固定するとともに、基板9と接合される領域には、少なくとも一方の極の電極、この実施例では正極内部電極13を設けない領域を設けて不活性部16を構成する一方、負極内部電極12と正極内部電極13との両者が存在する領域を活性部17として基板9から所定長さ、片持ち梁状に張り出させて自由振動可能なユニットとして構成されている。

【0013】このような構造を採ることにより、負極外部電極14と正極外部電極15とに30ボルト程度の電圧を印加すると、各圧電振動子層11に電界が生じ、基板9に支持されて不活性部16を変形させることなく、活性部17だけを矢印Aにより示したように軸方向に伸縮させることが可能となる。

【0014】なお、この実施例においてはそれぞれ圧力発生部材8、8、8……を独立して基板9に固定しているが、図4に示したように負極内部電極21、正極内部電極22、及び圧電層23をサンドイッチ状に重ねた1枚の基板24を、活性領域25となる部分にだけスリッ

4

ト26、26、26……を入れて圧電振動子体27、27、27……に切分ける一方、不活性領域29を介して繋がるように櫛型に構成しても同様の作用を奏するばかりでなく、前述の固定用の基板9（図3）を省くことができる。

【0015】図1は、本発明の駆動回路の一実施例を示すものであって図中符号IN1は、印刷タイミング信号入力端子、IN2は印刷信号入力端子で、図6に示したように、印刷タイミングに合わせてパルス状の信号がそれぞれ印加される。符号Q1は、入力端子IN1にベース電極が接続されたレベル調整用トランジスタで、これのコレクタ電極には第1のスイッチングトランジスタQ2のベース電極が接続されている。第1のスイッチングトランジスタQ2は、そのエミッタ電極を時定数調整用抵抗R1を介して端子VHを介して電源に接続され、またコレクタ電極が時定数調整用コンデンサC1を介して接地されている。Q3は、定電流トランジスタで、エミッタ電極が電源端子VHに、またコレクタ電極がレベル調整用トランジスタQ1のコレクタ電極に接続され、さらにベース電極が時定数調整用抵抗R1を介して電源端子VHに接続されている。

【0016】一方、入力端子IN2には第2のスイッチングトランジスタQ4のベース電極が接続され、コレクタ電極が時定数調整用コンデンサC1に、さらにエミッタ電極が第2の時定数調整用抵抗R3を介して接地されている。符号Q5は、定電流用トランジスタで、コレクタ電極が入力端子IN2に、またエミッタ電極が接地され、さらにベース電極が第2の時定数調整用抵抗R3を介して接地されている。

【0017】Q6、Q7、Q8、Q9は、それぞれコンデンサC1の充電時、及び放電時の電流を増幅する電流バッファを構成するトランジスタで、この実施例ではトランジスタQ6、Q7、及びQ8、Q9をダーリントン接続して構成され、駆動すべきインクジェット記録ヘッドのすべての圧力発生部材8、8、8……の同時駆動が可能な電流容量を備えている。

【0018】28は、スイッチング回路で、電流バッファの出力端子OUTとインクジェット記録ヘッドを構成している各圧力発生部材8、8、8……に接続され、印刷信号によりオンオフして電流バッファを構成するトランジスタQ6、Q7、Q8、Q9からの電流を、インク滴を発生させるべき圧力発生部材8、8、8……に選択的に供給できるように構成されている。このスイッチング回路28は、スイッチング素子だけ構成、つまり電流調整手段を必要とすることなく構成できるため、軽量かつ小型となり、したがって駆動電圧発生回路から切り離してフレキシブルケーブルを介して接続することにより記録ヘッドのキャリッジに搭載することが可能となる。

【0019】また、時定数調整用抵抗R1、R2を、図5に示したように端子30、30……を備えた基板31

50

(4)

5

に固定するとともにリード線を端子30、30……に接続して一体にモールドしてユニット化すれば、抵抗値の異なるユニットを複数種類用意しておくことにより、必要なユニットを差し替えるだけで、インクジェット記録ヘッドのインク吐出特性に最適な時定数を設定でき、作業の簡素化をはかることができる。

【0020】次の上述の駆動回路の動作を図6に示した波形図に基づいて説明する。ホストから1つのドットを形成するための印字タイミング信号(I)が入力すると、これに同期してパルス幅Tcの印刷予備信号(II)が発生する。このパルス幅Tcは、充電時間に相当して定められている。そしてこの信号が入力端子IN1に入力すると、レベル調整用トランジスタQ1がオンとなるから、第1のスイッチングトランジスタQ2もオンとなる。これにより、電圧VHの電源電圧が時定数調整用抵抗R1を介してコンデンサC1に印加され、抵抗R1とコンデンサC1により決まる時定数をもってコンデンサC1が充電される。

【0021】ところで、時定数調整用抵抗R1は、その両端に定電流用トランジスタQ3が接続されていて、その端子電圧がトランジスタQ3のベース電極—エミッタ電極間電位にほぼ等しい値に維持されるから、コンデンサC1に流れ込む電流は時間的に変動せず一定値となる。この結果、コンデンサC1の端子電圧(V)の立ち上がり勾配 $\tau_1$ は、抵抗R1の抵抗値R1とコンデンサC1の容量C1と定電流用トランジスタQ3のベース電極—エミッタ電極間電圧をVBE1とすると、

$$\tau_1 = V_{BE1} / (R_1 \times C_1)$$

となる。

【0022】このようにして印刷予備信号のパルス幅Tcに相当する時間が経過すると、コンデンサC1の端子電圧が電圧V0まで上昇する。そしてこの時点で印刷予備信号がLレベルに切り替わるからレベルシフト用トランジスタQ1がオフとなって第1のスイッチングトランジスタQ2がオフとなる。この結果、コンデンサC1は、電圧 $\tau \times Tc = V0$ を維持することになる。

【0023】印刷予備信号がオフとなってから所定時間Teが経過した時点、つまりスイッチングトランジスタQ2とスイッチングトランジスタQ4とが短絡しない程度の時間的余裕が経過した時点で、端子IN2に印刷信号(IV)が入力する。この印刷信号は、コンデンサC1の電荷をほぼ零電位にまで放電させることができるパルス幅Tdを有していて第2のスイッチングトランジスタQ4をオンとする。この結果、コンデンサC1に蓄積された電荷を時定数調整用抵抗R3を介して放電する。同時に定電流用トランジスタQ5がオンとなるので、前述した第1の定電流用トランジスタQ3の作用と同様の作用により第2の時定数調整用抵抗R3の端子電圧がトランジスタQ5のベース電極—エミッタ電極間電圧VBE2となる。これにより、コンデンサC1の端子電圧

6

(V)は、一定の勾配で直線的に低下する。

【0024】すなわち、立ち下がり勾配 $\tau_2$ は、第2の時定数調整用抵抗R3の値R2とコンデンサC1の容量C1と定電流用トランジスタQ5のベース電極—エミッタ電極間の電圧をVBE2とすると、

$$\tau_2 = -V_{BE2} / (R_2 \times C_1)$$

となる。

【0025】時間Tdが経過して印刷信号がオフになると、第2のスイッチングトランジスタQ4がオフとなり、コンデンサC1の端子電圧の変化が停止する。なお、印刷信号のパルス幅Tdは、コンデンサC1と抵抗R2とにより決まる放電時定数に比較して十分に大きく設定されているので、コンデンサC1に電荷が残留するようなことにはならない。

【0026】このように時定数調整用抵抗R1、R3、及びコンデンサC1により所定の立ち上がり速度、及び立ち下がり速度で変化する電圧は、電流バッファを構成するトランジスタQ6、Q7、及びQ8、Q9により増幅され、スイッチング回路28を介してインクジェット記録ヘッドを構成している各圧電振動子8、8、8……(図2)に印加される。これにより、共通の駆動電圧発生回路からの電圧信号を印刷信号に合わせてスイッチング回路28のスイッチング素子をオンオフすることにより、同一の電圧波形を複数の圧力発生部材8、8、8……に選択的に印加することができる。なお、これら印刷予備信号のパルス幅Tc、及び印刷信号のパルス幅Tdは、対象となるインクジェット記録ヘッドの構造や、インクの粘度に左右されるものの、それぞれ大略中心値が120マイクロ秒、及び6マイクロ秒程度とし、必要に応じて10パーセントの範囲で調整するようになっている。

【0027】ところで、同一ヘッドを構成している各圧電振動子は、同一ロットにから製作されるためノズル間のインク吐出特性が揃うものの、記録ヘッド間では圧力室の誤差などによりインク吐出特性に差異が生じる場合が往々にしてある。このようなヘッド間でのインク吐出特性の補正には、通常インクジェット記録ヘッドを駆動する電圧の波形を調整することにより行われている。上述した駆動回路によれば時定数調整用抵抗R1により立ち上がり特性、つまり圧力室1の膨張速度を、また時定数調整用抵抗R3により立ち下がり特性、つまり圧力室1の縮小速度をそれぞれ独立させて簡単に調整することができる。また、コンデンサC1の最終到達電圧は、充電時間に依存するので、印刷予備信号のパルス幅Tcを変更することにより調整することができる。

【0028】このことは、従来の駆動回路のように一定電圧に維持された電源回路を必要とすることなく、例えば比較的電圧変動が大きなパルスモータ駆動用の直流電源からの電力を用いても、印刷予備信号のパルス幅Tcを電源電圧に応じて自動制御することにより一定にする

(5)

7

ことが可能となるから、インクジェット記録ヘッド駆動用の電源と、パルスモータ等の駆動用電源とを共通化が可能となつて、印刷装置の小型化と、コストの引き下げを図ることができる。

【0029】さらには、駆動回路で発生した所定波形の電圧を、スイッチング回路28を介してインクジェット記録ヘッドを構成している各圧力振動子に選択的に供給するから、ドライブ手段をスイッチング手段だけから構成できて、構造の簡素化と軽量化を図ることができ、この結果、駆動回路は静止系に、またドライブ手段をキャリアリッジに搭載した場合には、これらを接続するフレキシブルケーブルに形成すべき大半のリードパターンを走査信号を伝送できる程度の電流容量の小さなものにして接続ケーブルの小型化を図ることができる。

【0030】ところで、印刷予備信号の印加により圧力発生部材8、8、8……が縮小した場合には、圧力室1が拡大するため、インク供給口7から圧力室1へのインク供給が行われる。そしてこの圧力室1の拡大はノズル開口6の近傍に形成されているメニスカスを後退させる作用力ともなる。

【0031】また圧力室1へのインク供給が終了すると、圧力発生部材8、8、8……を伸長させて圧力室1を縮小させてノズル開口6、6、6……からインク滴を噴射させることになるが、圧力室の縮小時におけるメニスカスの位置とインク滴の形状との間には極めて大きな相関関係があるため、何時の時点で圧力室を縮小させるかが印刷品質を左右することになる。

【0032】すなわち、図7(イ)に示したようにメニスカスMが、停止時と同様にノズル開口6の近傍に位置している状態で、圧力室1を収縮させると、飛び出すインク滴Pは玉状となる(同図ロ)。一方、メニスカスMがノズル開口6よりも後退した状態(同図ハ)で圧力室1を収縮させると、インク滴Pは、飛翔方向に延びて柱状となる(同図ハ)。このようにして発生したインク滴が記録媒体に到達すると、玉状インク滴の場合にはほぼ円形のドットが形成されるが、柱状の場合には円形とはならず円形からずれた形となり、印字品質を低下させることになる。

【0033】圧力室1の膨張時にメニスカスMがノズル開口6から後退、つまり圧力発生部材8側に移動するのは、ノズル開口6とこの近傍のインクとの表面張力よりも、インク供給口7(図1)の圧力損失が大きくなることに原因があるから、インク供給口での圧力損失がノズル開口近傍のインクの表面張力よりも小さく維持できる速度でインクを圧力室1に引き込む必要がある。

【0034】そして、ノズル開口近傍における表面張力は、ノズル開口6のサイズや、インクの粘度等に左右されるが、典型的な例について説明すると、図8に示したように大略ノズル開口のサイズと圧電振動子の縮小時間、つまり印刷予備信号の立ち上がり時間との正比例直

8

線Lよりも、遅い速度でインク室を膨張させれば、玉状のインク滴を発生させることができる。もとより、立ち上がり時間を不必要に大きくすると、印刷速度が低下するので、自ずと上限が定まる。

【0035】上述したように本発明のヘッド駆動回路においては、時定数調整用抵抗R1により立ち上がり時間を任意に設定することができるので、インクジェット記録ヘッドの特性、つまりノズル開口やインクの粘度に対応して時定数調整用抵抗R1の抵抗値R<sub>1</sub>を選択することにより、種々な仕様のインクジェット記録ヘッドに使用することができる。一方、圧力室1へのインクの供給が終了した時点で、インク滴を形成するために圧力室1を収縮させるべく圧力発生部材8を縮小させると、圧力発生部材8に縦振動モードの圧電振動子を使用している場合には、圧力発生部材8の剛性が大きいため、ほぼこれの共振周波数に一致した比較的長い残留時間で、かつ振幅の大きな残留振動を生じる。

【0036】つまり、図9(I)に示したように、圧力発生部材8に電圧V0を印加しておき、これを放電時間Tdを変えて放電させると、その放電時間Tdに対応して圧力発生部材8の残留振動の形態が変化する。すなわち電圧が印加されていない状態における先端位置D0を中心として固有振動周期Tfの自由振動が発生し、この振幅値、及びその継続時間が図中(A)(B)に示したように放電時間に依存して大きく異なる。一方、圧力室1内のインクは圧力室自体の振動に同期してやはり振動するが、圧力室1の自由振動周期は、図9(III)に符号Eにより示したように圧力発生部材8のそれに比較して長い。このため、ノズル開口近傍のメニスカスは、インク独自の振動Eに圧力発生部材8の振動が重畳して同図符号Fにより示したような運動となる。すなわち、圧力発生部材8自体の残留振動の振幅は、小さいとしてもインク自体の振動に加算されると、圧力発生部材8の自由振動周期程度の時間レベルではメニスカスの振動振幅が無視できない。このような圧力発生部材8の自由振動周期程度の高速度なメニスカスの振動は、ミスト状のインク滴を発生させるから、ノズル開口近傍の濡れ性の変化を招く。そしてノズル開口近傍の濡れ性はインク滴の飛翔速度や形状左右するから、結果として印刷品質の変動を招くことになる。

【0037】この圧力発生部材8の残留振動の振幅と放電時間Tdとの関係は、図10に示したように圧電振動子の自由振動の周期に一致する放電時間Dtのときに最少値をもつことが経験的に知られている。

【0038】そして、残留振動の振幅が小さくなると、それだけインク滴発生後におけるメニスカスが短い時間で静定するばかりでなく、上述した濡れ性を一定に維持することができるから、繰り返し駆動周波数を高め、かつ印刷品質を一定に維持することができる。

【0039】図10からも明らかなように最大振幅、最

9

大速度は放電時間が固有周期  $d t$  よりも小さい側で大きくなるため、安全を見込んで放電時間を固有振動周期よりも長目に設定するとよい。すなわち本実施例における圧力発生部材 8 の自由振動周期  $d t$  は  $6.5 \mu s$  となっている場合には、放電時間は  $d t - x_1 = 6.5 - 0.2 = 6.3 \mu s$  から  $d t + x_2 = 6.5 + 0.4 = 6.9 \mu s$  の間に設定することになる。

【0040】さらに、インクジェット記録ヘッドには複数の圧力発生部材 8<sub>1</sub>, 8<sub>2</sub>, 8<sub>3</sub>, 8<sub>4</sub> が極めて狭い間隔をおいて配置されているため、1つの圧力発生部材 8<sub>2</sub> の活性領域で発生した疎密波は、不活性領域を伝搬し、図 11 に示したようにさらに基板 9 を伝搬して隣接する他の圧力発生部材 8<sub>1</sub>, 8<sub>3</sub> が共振する。この現象は、記録密度を高める程顕著に現れる。上述したように本発明のインクジェット記録ヘッドでは駆動電圧の放電時間を固有周期  $d t$  に一致させることにより、圧力発生部材 8 の自由振動は、図中 (A) で示したようにその振幅変動が最小になるから、基板 9 を伝搬する疎密波の振幅変動も (B) で示すように小さくなり、したがって隣接する圧力発生部材 8<sub>1</sub>, 8<sub>3</sub> の共振振幅も図中 (C) (D) のように抑えられることになり、共振変位によって不用なインク滴を吐出する誤動作を防ぐことができる。また、複数の圧力発生部材 8 を同時に駆動しても疎密波同士の相互の共振がないため、圧力発生部材 8 の駆動本数によらず変位量、速度が安定する。これによって、どのような印字パターンでもばらつきのない高品位な印字品質を得ることができる。

【0041】図 13 は、上述の電圧調整機能を積極的に利用して外部環境、特に温度変化に対応できるようにした本発明の第 2 実施例を示すもので、図中符号 40 は、パルス幅変更回路からなる温度補償回路で、印刷準備信号入力端子 IN1 とレベル調整用トランジスタ Q<sub>1</sub> との間に接続され、記録ヘッドの温度を検出するサーミスタ等の温度検出器 41 からの温度信号が入力し、温度信号に対応して印刷準備信号のパルス幅  $T_c$  を変更するように構成されている。すなわち、インクジェット記録ヘッドに使用されているインクは、その粘度が温度の関数となっているので、インクの粘度変化による飛翔速度の低下を補償するように駆動電圧のレベルを調整して、最大振幅を変更するように構成されている。このようなパルス幅変更回路は、モノマルチバイブレータの発振定数設定用抵抗を上記温度検出器 41 を構成するサーミスタ等の感温抵抗に置き換えることによりアナログ回路として実現でき、また温度信号をアナログ→デジタル変換してデジタル信号とし、この信号で単位パルスの出力個数を制御することによりデジタル回路としても簡単に実現することができる。

【0042】次にこのように構成した回路の動作を図 14 に示した波形図に基づいて説明する。インクジェット記録ヘッドの温度が設計基準値  $t_1$  に保たれている場合

(6)

10

には、端子 IN1 に印刷準備信号 (I I) が入力すると、温度補償回路 40 は、印刷準備信号のパルス幅  $T_c$  を変更することなく第 1 のスイッチングトランジスタ Q<sub>1</sub> に出力する。これによりコンデンサ C<sub>1</sub> は、時定数調整用抵抗 R<sub>1</sub> の抵抗値とコンデンサ C<sub>1</sub> により決まる立ち上り時間で、温度  $t_1$  に対応した駆動電圧  $V_1$  まで充電される。この充電過程の電圧はスイッチング回路 28 を介して記録ヘッドの圧力発生部材 8 に選択的に印加されるから、圧力室 1 が時定数調整用抵抗 R<sub>1</sub> とコンデンサ C<sub>1</sub> とで決まる立ち上り速度で伸長し、また最終充電電圧  $V_1$  により決まる容積まで拡張される。

【0043】次いで印刷信号 (I V) が入力すると、第 2 のスイッチングトランジスタ Q<sub>4</sub> がオンとなってコンデンサ C<sub>1</sub> が、時定数調整用抵抗 R<sub>3</sub> とで決まる立ち下がり速度でもって放電して圧力室を収縮させる。これによりノズル開口からインク滴が発生することになる。もとより、圧力発生部材 8 の伸長時における速度は、コンデンサ C<sub>1</sub> と時定数調整用抵抗 R<sub>3</sub> とにより圧力部材 8 の自由振動周期に設定されているから、前述したように圧力室 1 の残留振動は可及的に小さな値となる。

【0044】この状態からインクジェット記録ヘッドの温度が設計基準温度  $t_1$  から温度  $t_2$  に低下してインク粘度が増大する等のようにインク滴飛翔速度を低下させる状況となった場合には、温度補償回路 40 は、温度検出回路 41 からの温度信号に基づいて入力端子 IN1 に入力した印刷準備信号のパルス幅  $T_{C1}$  から  $T_{C2}$  に伸長させてスイッチングトランジスタ Q<sub>2</sub> に出力する。これによりコンデンサ C<sub>1</sub> は、基準電圧  $V_1$  よりも高い電圧  $V_2$  にまで充電されることになる。いうまでもなく、充電過程における電圧変化の速度はコンデンサ C<sub>1</sub> と時定数調整用抵抗 R<sub>1</sub> とにより決まる所定値に保たれているから、ノズル開口 6 のメニスカスは元の位置から移動することはない。

【0045】所定時間が経過して印刷信号が出力してスイッチングトランジスタ Q<sub>4</sub> がオンとなり、コンデンサ C<sub>1</sub> が放電すると、時定数調整用抵抗 R<sub>3</sub> とコンデンサ C<sub>1</sub> により決まる所定の立ち下がり時間でもって電圧  $V_2$  が低下し、この立ち下がり速度で圧力室が縮小する。今の場合、圧力室 1 が設計基準温度の場合よりも大き目に拡大されていたから、圧力室には大きな圧力が発生し、粘度上昇にともなう流体抵抗に抗して設計基準通りの速度でインク滴が飛翔することになる。

【0046】またインクジェット記録ヘッドの温度が温度  $t_3$  に上昇すると、温度補償回路 40 は、この温度に対応したパルス幅  $T_{C3}$  を出力して圧力発生部材を電圧  $V_3$  で縮小させる。この結果、温度上昇によるインク粘度の低下分に見合う圧力をインクに加えて、やはり設計基準通りの飛翔速度でインク滴を発生させることになる。このように温度に応じて圧力室 1 の容積、及び縮小率が変わるため、温度に関りなく一定のインク滴を発生させ



11

ることができる。

【0047】なお、この実施例においては予め基準温度で最適なパルス幅 $T_{c1}$ を備えた印刷予備信号を温度検出手段からの信号により温度に対応するパルス幅に変更するようにしているが、インクジェット記録ヘッドの温度と印刷予備信号のパルス幅との関係を、各温度について予め調査し、このデータを記憶回路に格納しておき、温度検出手段からの信号により記憶回路からパルス幅を呼び出し、このパルス幅を持つ印刷予備信号を印字タイミング信号に合わせて出力するようにしても同様の作用を奏することは明らかである。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように本発明においては、共通のコンデンサに第1のスイッチング素子、及び充電時定数調整用抵抗を介して電源を接続し、またコンデンサを第2のスイッチング素子及び放電時定数調整用抵抗を介してアースに接続し、コンデンサの端子電圧を電流バッファを介して出力するとともに、第1のスイッチング素子には圧電振動子を収縮させる第1のパルスが、また第2のスイッチング素子には圧電振動子を伸長させる第2のパルスが印加されるようにしたので、圧力室拡大時における圧力発生部材の縮小速度、及びインク滴発生時における圧力発生部材の縮小速度をそれぞれ、メニスカスに移動を来さない速度、及び残留振動が生じない伸長速度に独立して設定することができ、また第1のパルス幅を変更することにより外部環境や電源電圧の変動に対応してインク滴生成の条件を一定に維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す駆動回路のブロック図である。

【図2】本発明が適用される縦振動モードを利用したインクジェット記録ヘッドを示す断面図である。

【図3】上記記録ヘッドを構成する圧電振動子ユニットを拡大して示す斜視図である。

【図4】振動子ユニットの他の実施例を示す斜視図である。

【図5】時定数調整用抵抗の一実施例を示す図である。

【図6】同上回路の動作を示す波形図である。

【図7】同図（イ）乃至同図（ロ）は、それぞれ圧力室

(7)

12

収縮時におけるメニスカスの位置とインク滴の形状との関係を示す説明図である。

【図8】ノズル開口のサイズ及び圧電振動子の伸長時の立ち上がり速度と、発生するインク滴の形状との関係を示す線図である。

【図9】図（I）乃至（III）は、それぞれ圧電振動子を伸長させる電圧変化、圧力発生部材の残留振動、及びノズル開口近傍のメニスカスの変位の関係を示す線図である。

【図10】圧電振動子を伸長させる電圧とインク滴発生後の圧力室構成部材の自由振動最大振幅との関係を示す線図である。

【図11】1つの圧力発生部材の振動が他の圧力発生部材に伝搬する様子を示す説明図である。

【図12】印刷駆動された圧力発生部材の振動と、この部材から他の圧力発生部材への伝搬する振動との関係を示す線図である。

【図13】本発明の他の実施例を示す装置のブロック図である。

【図14】図（I）乃至（VI）は、それぞれ同上装置の動作を示す波形図である。

【符号の説明】

- 1 圧力室
- 3 振動板
- 5 ノズルプレート
- 6 ノズル開口
- 7 インク供給口
- 8 圧力発生部材
- 28 走査用スイッチング回路
- 40 温度補償回路
- 41 温度検出器
- Q1 レベル調整用トランジスタ
- Q2 スwitchングトランジスタ
- Q3 定電流用トランジスタ
- Q4 スwitchングトランジスタ
- Q5 定電流用トランジスタ
- Q6、Q7、Q8、Q9 電流バッファ用トランジスタ
- R1、R2 時定数調整用抵抗
- C1 時定数調整用コンデンサ

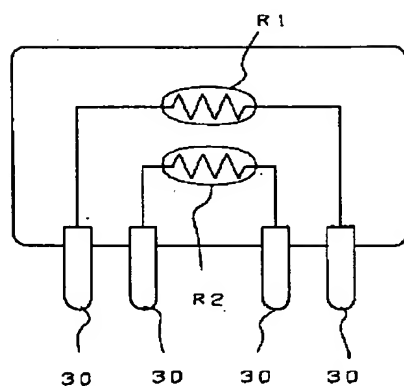
40



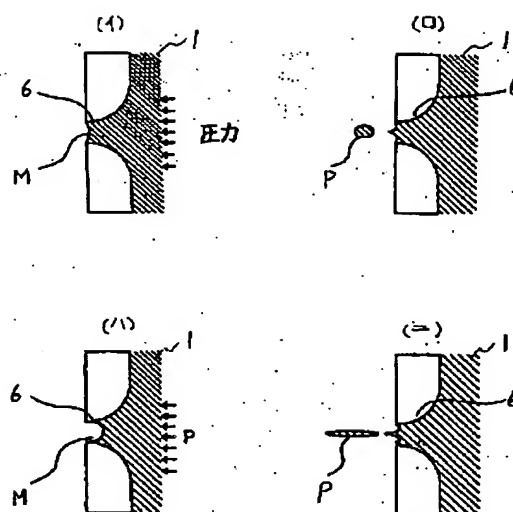


(9)

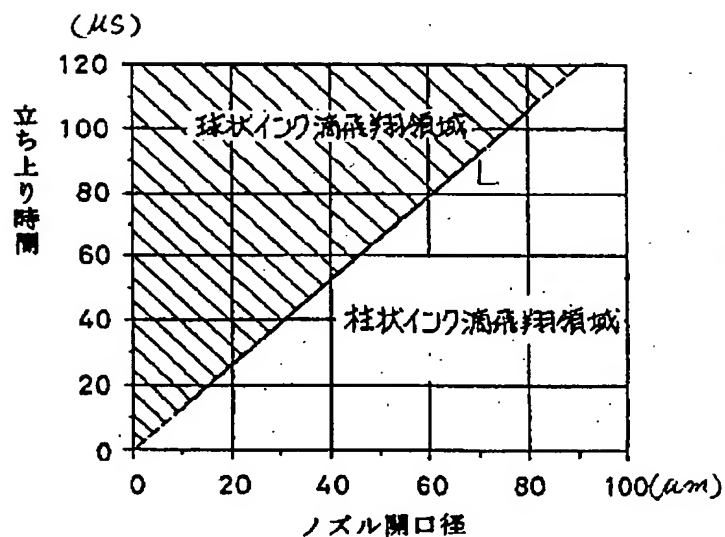
【図5】



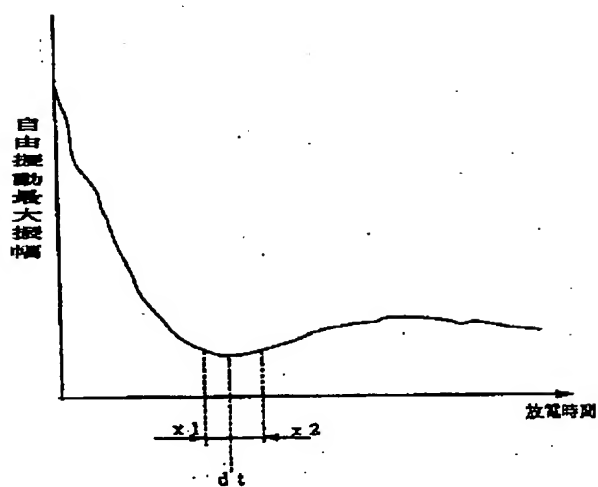
【図7】



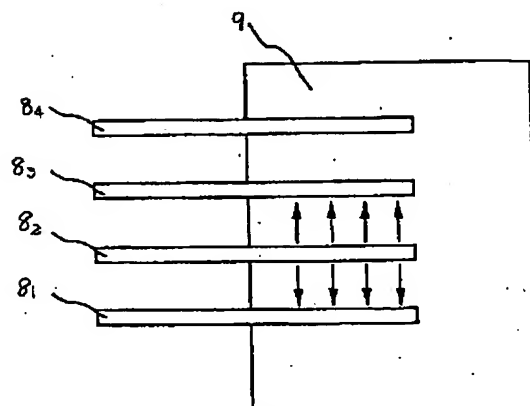
【図8】



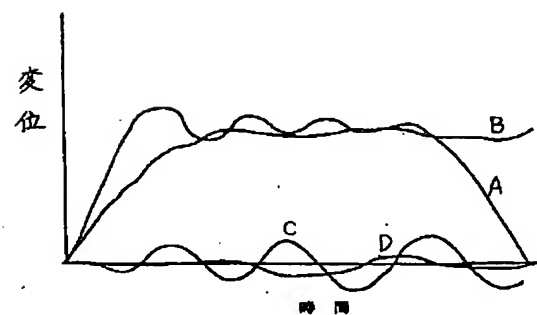
【図10】



【図11】

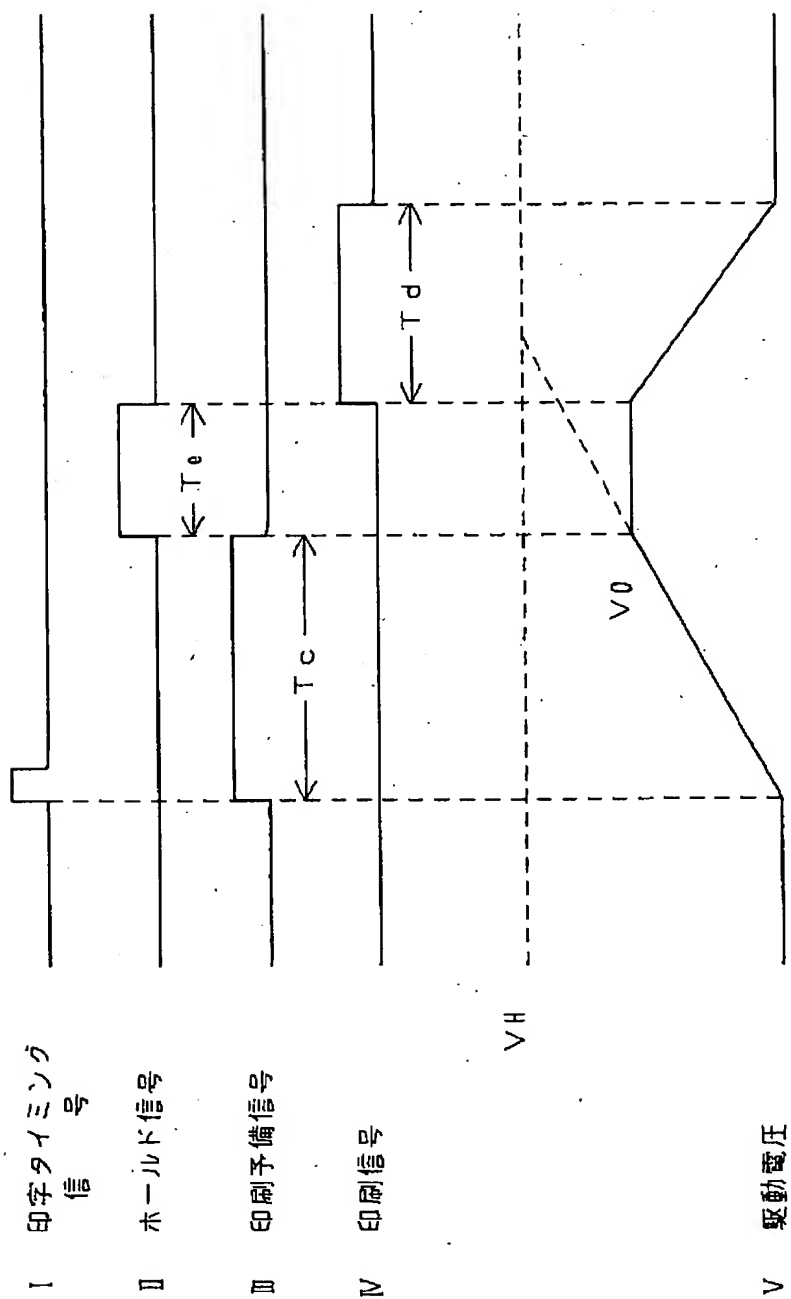


【図12】



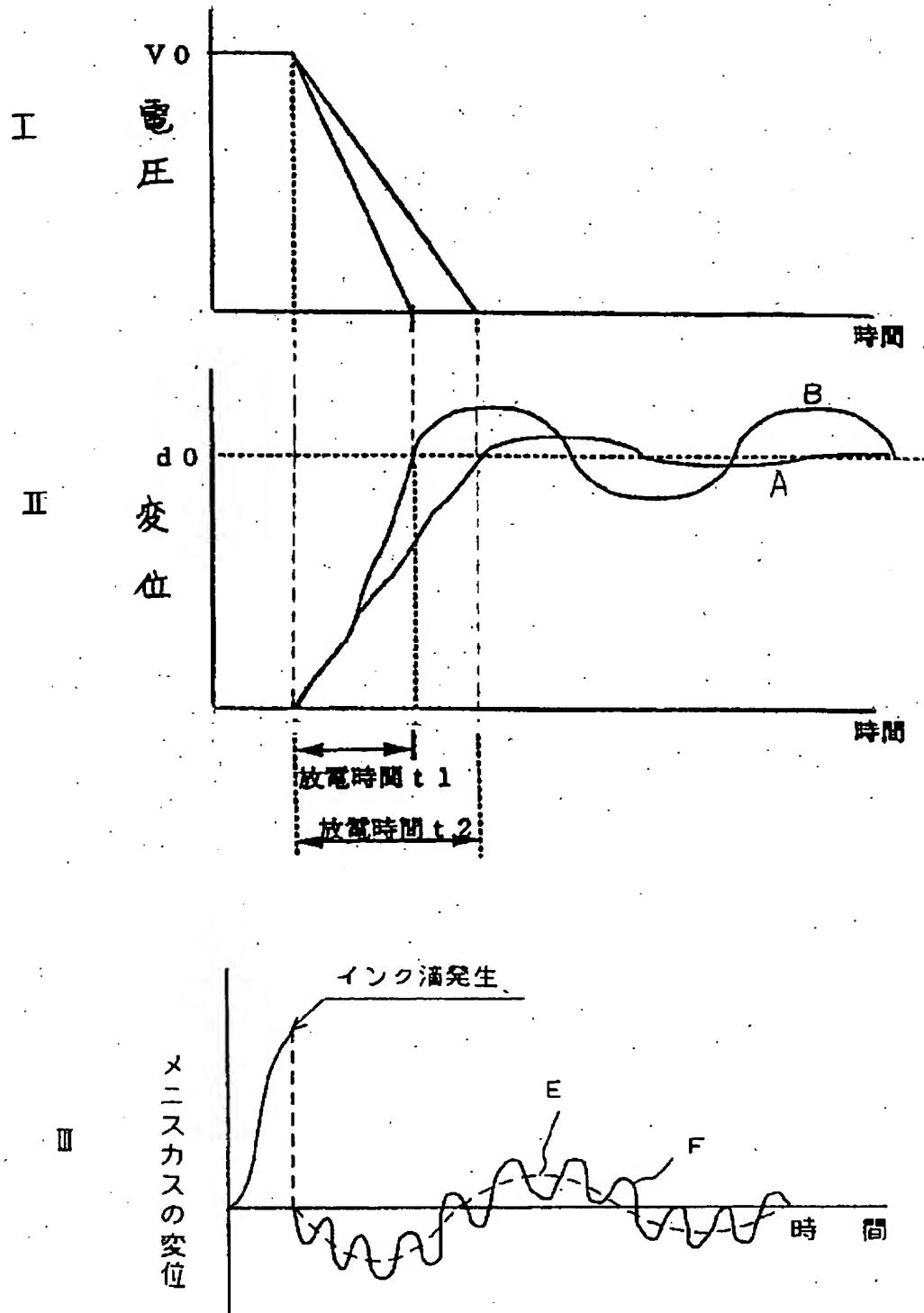
(10)

【図6】



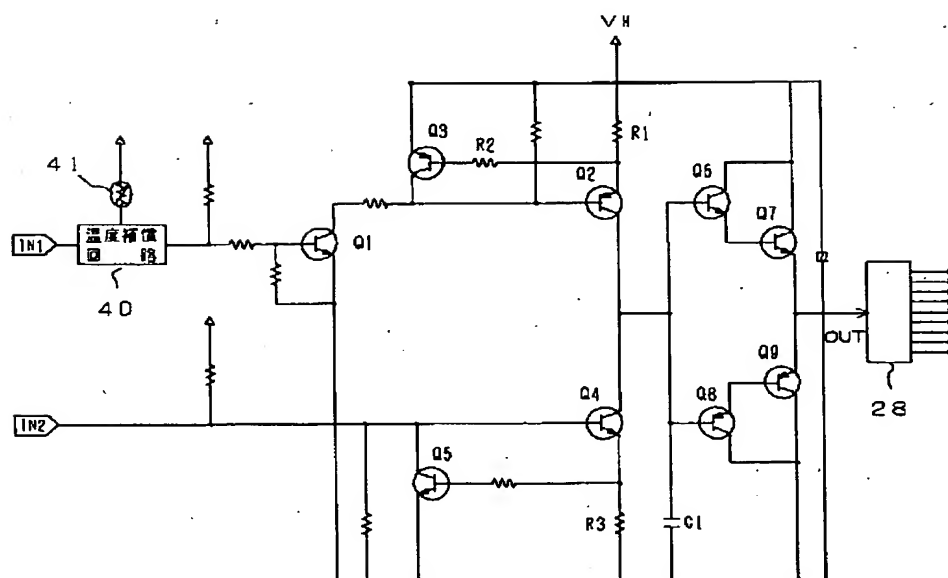
(11)

【図9】



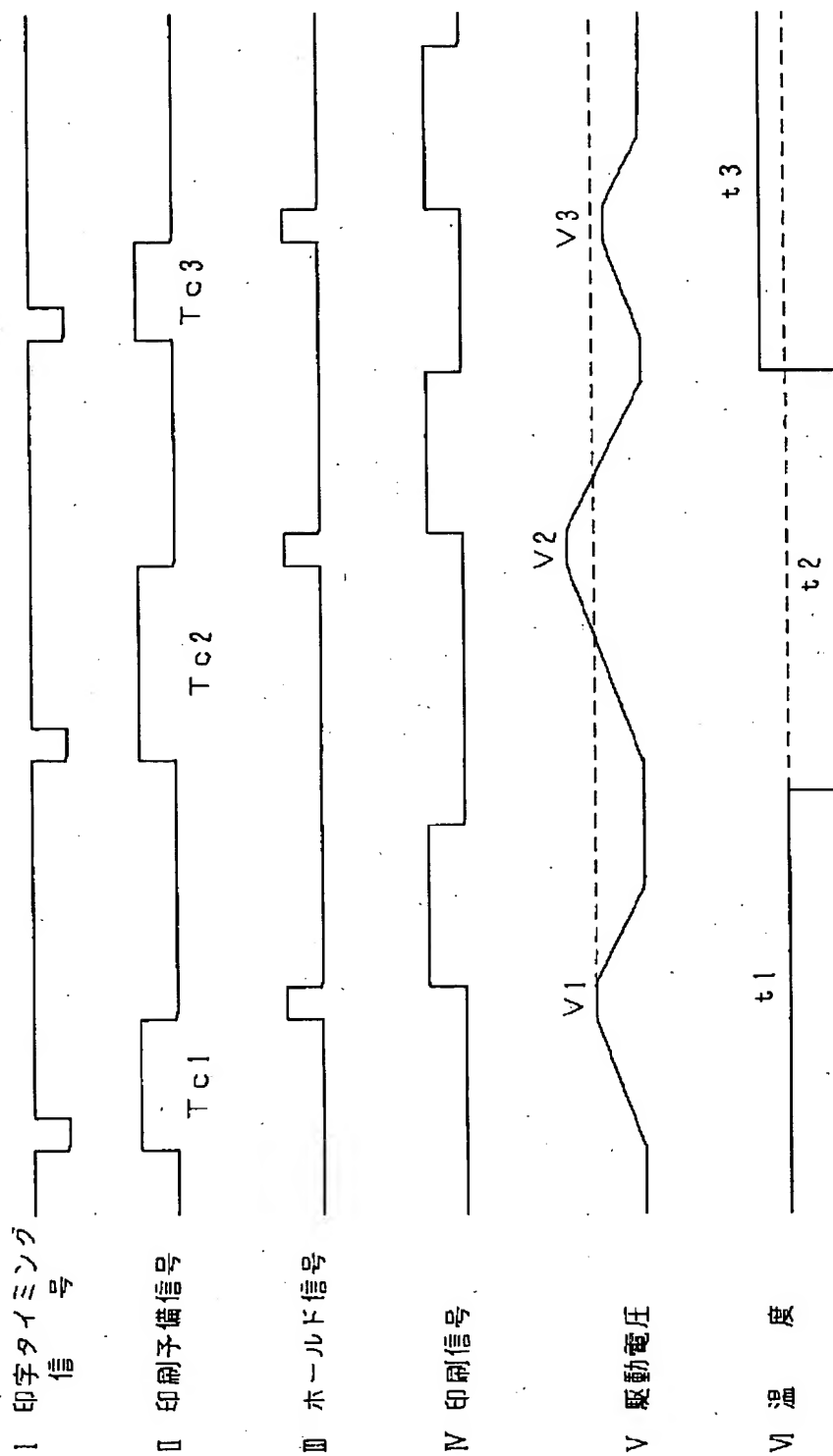
(12)

【図13】



(13)

【図14】



(14)

フロントページの続き

(72)発明者 米窪 周二  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ  
ーエプソン株式会社内

(72)発明者 細野 聡  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ  
ーエプソン株式会社内